

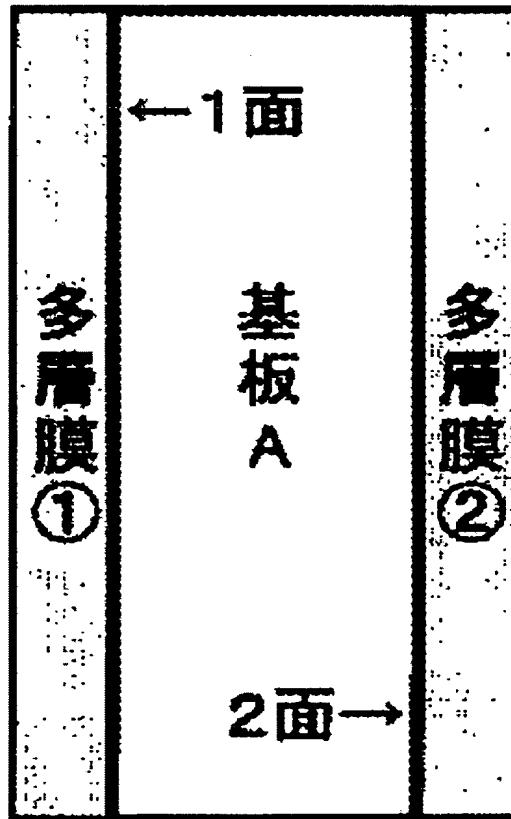
NEAR IR RAY CUT FILTER

Patent number: JP2003029027
Publication date: 2003-01-29
Inventor: TAKAGI YUKIHITO
Applicant: TOKAI KOGAKU KK
Classification:
- **International:** G02B5/28; G03B11/00; H01L27/14
- **european:**
Application number: JP20010220139 20010719
Priority number(s):

Abstract of JP2003029027

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an interference type near IR cut filter with little variance of fabrication in the manufacturing process in which gradually decreased transmission property in the region from the visible ray region to near IR rays can be stably obtained.

SOLUTION: Two or more kinds of thin films having different refractive indices are alternately deposited to form multilayered films on the surface of a transparent substrate (A). A multilayered film (1) showing high transmission property in the visible ray region and showing gradually decreased transmission property in a long wavelength region of visible rays is formed on the top face of the substrate, while a multilayered film (2) showing high transmission property in the visible ray region and showing low transmission property in the near IR region is formed on the back face of the substrate.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Patent Abstracts of Japan

Best Available Copy



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-29027

(P2003-29027A)

(43)公開日 平成15年1月29日 (2003.1.29)

(51)Int.Cl.
G 0 2 B 5/28
G 0 3 B 11/00
H 0 1 L 27/14

識別記号

F I
G 0 2 B 5/28
G 0 3 B 11/00
H 0 1 L 27/14

テマコード(参考)
2 H 0 4 8
2 H 0 8 3
D 4 M 1 1 8

審査請求 未請求 請求項の数 5 OL (全 10 頁)

(21)出願番号 特願2001-220139(P2001-220139)

(22)出願日 平成13年7月19日 (2001.7.19)

(71)出願人 000219738

東海光学株式会社

愛知県岡崎市恵田町字下田5番地26号

(72)発明者 高木 至人

愛知県岡崎市恵田町下田5番地26 東海光学 株式会社内

(74)代理人 100099047

弁理士 柴田 淳一

F ターム(参考) 2H048 GA07 GA09 GA14 GA19 GA23

GA26 GA43 GA51 GA61

2H083 AA04 AA26

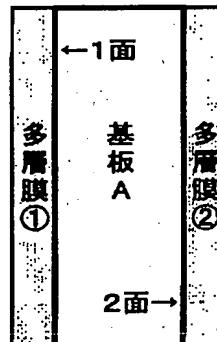
4M118 AA10 AB01 BA10 GC11 GC17

(54)【発明の名称】 近赤外線カットフィルタ

(57)【要約】

【課題】 可視光線領域から近赤外線にかけての領域のなだらかに減衰する透過特性が安定して得られ製造時の加工ばらつきが少ない干渉タイプの近赤外線カットフィルタを提供すること。

【解決手段】 透明な基板A表面に屈折率の異なる2種以上の薄膜を交互に積層配置してなる多層膜を形成する。基板の表面側には前記可視光線領域で高透過特性を示すとともに前記長波長領域でなだらかに減衰する透過特性を示す多層膜①を形成し、基板の裏面側には前記可視光線領域で高透過特性を示すとともに前記近赤外線領域で低透過特性を示す多層膜②を形成するようにする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 透明な基板表面に屈折率の異なる2種以上の薄膜を交互に積層配置してなる多層膜を形成し、同多層膜によって可視光線領域では高透過特性を示すとともに、近赤外線領域では低透過特性を示し、同可視光線領域の長波長領域では同近赤外線領域に向かってなだらかに減衰する透過特性を示すように設計した近赤外線カットフィルタにおいて、

前記基板の一面には前記可視光線領域で高透過特性を示すとともに前記長波長領域でなだらかに減衰する透過特性を示す第1の多層膜を形成し、同基板の他の一面には前記可視光線領域で高透過特性を示すとともに前記近赤外線領域で低透過特性を示す第2の多層膜を形成するようにしたことを特徴とする近赤外線カットフィルタ。

【請求項2】 前記基板は屈折率の異なる少なくとも1枚の同基板を含む複数枚が接合された複層構造として構成されており、前記第1又は第2の多層膜のいずれか一方を異なる屈折率の同二枚の基板間に形成させ、同いはずれか一方の多層膜と少なくとも1枚の同基板を介在させた状態で他方の多層膜を形成させるようにしたことを特徴とする請求項1に記載の近赤外線カットフィルタ。

【請求項3】 前記基板は同じ屈折率の二枚が同基板とは異なる屈折率の接着剤によって接着された三層構造として構成されており、前記第1又は第2の多層膜のいずれか一方を同一いはずれか一方の基板と同接着剤層との間に形成させ、同いはずれか他方の多層膜を同一いはずれかの基板の外表面に形成させるようにしたことを特徴とする請求項1に記載の近赤外線カットフィルタ。

【請求項4】 前記基板は同じ屈折率の三枚以上が同基板とは異なる屈折率の接着剤によって接着された複数構造として構成されており、前記第1又は第2の多層膜を同一いはずれかの基板と同接着剤層との間に形成するとともに、他方の多層膜を少なくとも両者間に一枚の基板を介在させた状態でいはずれかの基板の表面に形成させ、同第1又は第2の多層膜を形成させない同一いはずれかの基板と同接着剤層との間には反射防止膜を隣接する同反射防止膜又は同第1又は第2の多層膜との間に少なくとも一枚の基板を介在させた状態で形成するようにしたことを特徴とする請求項1に記載の近赤外線カットフィルタ。

【請求項5】 最も外層に配置される前記複数枚の基板の外表面に前記第1の多層膜又は第2の多層膜のいずれかが形成されていない場合には、同外表面に反射防止膜を形成するようにしたことを特徴とする請求項2又は3に記載の近赤外線カットフィルタ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明はCCDイメージセンサ等の色調補正用の近赤外線カットフィルタに関するものである。

【0002】

10

20

【従来の技術】 ビデオカメラや電子スチルカメラなどでは、光学的画像データを電気信号に変換するためにカラーCCD素子が使用されているが、CCD素子は人間の目の感度（一般に人間の可視領域は400nm～700nmである）とは異なり近赤外線領域の1100nm付近まで高い感度を有している。従って人間の目で見た色調バランスを再現するためには不要光としての近赤外線をカットし、可視光線を取り出すフィルタを用いて光のトリミングを行う必要がある。このような目的で用いられる近赤外線カットフィルタには、金属イオン（例えば2価の銅イオン）を含有したガラスタイプ（またはプラスチック）の近赤外線吸収フィルタや、ガラス基板に無機物を蒸着した干渉フィルタ（コーティング）がある。ガラス製の吸収タイプの近赤外線カットフィルタは700nm～1100nm付近まで広い不透過領域を有し、可視光領域においては人間の目の感度特性に近い緩やかな透過率特性を有しているため、光電変換後のカラーバランス調整が容易でソフトな色調再現が得られる特徴を持っている。干渉（コーティング）タイプの近赤外線カットフィルタは、光学薄膜多層膜の干渉効果により赤外線を反射するフィルタである。このようなフィルタは一般に二酸化チタンなどの高屈折率誘電体薄膜と二酸化珪素などの低屈折率誘電体薄膜を、その光学的膜厚が1/4波長になるように交互に積層される。一般的な近赤外カット干渉フィルタは可視域において高い透過率を示すが、透過帯と反射帯（不透過帯）の変化が急峻であることが特徴である。

【0003】 吸収タイプのガラス製近赤外線カットフィルタは、透過率特性が人間の視感度特性に近いため広く用いられているが、必要な特性を得るためににはフィルタ基板に一定の厚さが必要であり、この分の厚みが素子全体の薄型化の制約となっている。また、透過率特性を変化させるためには基板の厚みを変化させる必要があり、光学系の設計にも影響を与えるといった点が課題となっている。また、一般に透過帯の透過率が干渉タイプのフィルタと比較して低いことも欠点として挙げられる。干渉タイプの近赤外線カットフィルタは基板の厚さとは無関係に透過率特性を調整することが可能であるため素子の薄型化が可能であるが、人間の目の視感度特性のようになめらかな透過率特性を得ることが困難で、カラーバランスの調整が難しい点が課題となっていた。このような課題を解決するために本件特許出願以前に特開2000-314808号に可視光線領域から近赤外線にかけての領域の透過特性がなだらかに減衰するようにした技術が開示されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 この特開2000-314808号には干渉タイプの近赤外線カットフィルタを設計する際に高屈折材料と低屈折材料からなる薄膜を交互に積層して上記可視光線領域から近赤外線にかけ

40

50

ての領域の透過特性をなだらかに減衰させるようになることが開示されている。しかし、現実の設計ではなかなか人間の目の視感度特性のようになめらかに可視光線領域から近赤外線にかけての領域の透過特性を漸減させることは困難であった。つまり、可視光線領域から近赤外線にかけての広い波長帯を理想に近い特性を得るために上記のような手段に従って各薄膜を設計してもなかなか安定した製品を得ることは難しく製品のばらつきを生じることとなっていた。また干渉タイプの近赤外線カットフィルタは、透明基板上に数十層におよぶ光学薄膜を積層するため、特に基板の厚みが薄い場合には膜応力による基板の反りが発生することがあり、これも製造上の課題となっていた。本発明は、このような従来の技術に存在する問題点に着目してなされたものである。その目的は、可視光線領域から近赤外線にかけての領域のなだらかに減衰する透過特性が安定して得られ製造時の加工ばらつきが少ない干渉タイプの近赤外線カットフィルタを提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】 上記課題を解決するために請求項1の発明では、透明な基板表面に屈折率の異なる2種以上の薄膜を交互に積層配置してなる多層膜を形成し、同多層膜によって可視光線領域では高透過特性を示すとともに、近赤外線領域では低透過特性を示し、同可視光線領域の長波長領域では同近赤外線領域に向かってなだらかに減衰する透過特性を示すように設計した近赤外線カットフィルタにおいて、前記基板の一面には前記可視光線領域で高透過特性を示すとともに前記長波長領域でなだらかに減衰する透過特性を示す第1の多層膜を形成し、同基板の他の一面には前記可視光線領域で高透過特性を示すとともに前記近赤外線領域で低透過特性を示す第2の多層膜を形成するようにしたことをその要旨とする。このように構成すると、屈折率の異なる2種以上の薄膜を交互に積層配置してなる多層膜を形成させるにあたって、多層膜によって可視光線領域では高透過特性を示すとともに、近赤外線領域では低透過特性を示し、同可視光線領域の長波長領域では同近赤外線領域に向かってなだらかに減衰する透過特性を示すように設計する際に、可視光線領域～近赤外線領域にかけての領域全域の特性をカバーするために1つの多層膜を形成するのではなく、基板の一面に可視光線領域で高透過特性を示すとともに前記長波長領域でなだらかに減衰する透過特性を示す第1の多層膜を形成する。そして、基板の他の一面に前記可視光線領域で高透過特性を示すとともに前記近赤外線領域で低透過特性を示す第2の多層膜を形成する。そして、第1の多層膜と第2の多層膜のそれぞれの特性を総合した特性によって可視光線領域～近赤外線領域にかけての領域全域の特性をカバーするようになる。ここに、高透過特性とは必ずしも100%の透過率を要求するものではないが90%より大きな透過率

10

20

30

40

50

4

であることが好ましい。低透過特性とは0%の透過率を要求するのものではないが5%より小さな透過率であることが好ましい。また、可視光線領域とは一般に400nm付近から700nm付近の範囲をいうが、厳密に規定されるものではない。若干シフトしたり、350nm付近から750nm付近をいう場合もある。近赤外線領域とは可視光線領域に隣接した可視光線領域よりも波長の長い領域であって、一般に700nm付近から1100nm付近の範囲をいうが、厳密に規定されるものではない。若干シフトしたり、750nm付近から1200nm付近をいう場合もある。可視光線領域の一部をなす長波長領域は一般に500nm付近から700nm付近の範囲をいうが、厳密に規定されるものではない。若干シフトしたり、500nm付近から750nm付近をいう場合もある。長波長領域でなだらかに減衰する透過特性を示すとは長波長領域において極端な変曲点を示さずに略直線状に高透過領域から低透過領域へと下がるような傾きである。

【0006】また請求項2の発明では請求項1の発明の構成に加え、前記基板は屈折率の異なる少なくとも1枚の同基板を含む複数枚が接合された複層構造として構成されており、前記第1又は第2の多層膜のいずれか一方を異なる屈折率の同両基板間に形成させ、同いずれか一方の多層膜と少なくとも1枚の同基板を介在させた状態で他方の多層膜を形成させるようにしたことをその要旨とする。請求項2の発明ではこのように構成したことで、請求項1の発明の作用に加え次のような作用が奏される。すなわち、複数枚の基板を接合しそのうちの少なくとも1枚が屈折率の異なる場合がある。この場合には屈折率の違いから反射の問題が生ずる。複数枚の基板を接合した場合にはそのうちの少なくとも1枚が屈折率の異なる場合において屈折率の異なる基板の間に第1又は第2の多層膜を形成させる。この位置に配置された多層膜は可視光線領域における屈折率の異なる基板同士の反射防止機能を併せ持つこととなる。尚、接合方法において両基板が接着剤にて接着されている場合にはこの多層膜はいずれかの基板と接着剤層との間に形成されることとなる。一方、他方の多層膜は少なくとも1枚の同基板を介在させた状態で形成される。すなわち第1の多層膜と第2の多層膜間にには常に基板が配置されている。また請求項3の発明では請求項1の発明の構成に加え、前記基板は同じ屈折率の二枚が同基板とは異なる屈折率の接着剤によって接着された三層構造として構成されており、前記第1又は第2の多層膜のいずれか一方を同いずれか一方の基板と同接着剤層との間に形成させ、同いずれか他方の多層膜を同いずれかの基板の外表面に形成させるようにしたことをその要旨とする。請求項3の発明ではこのように構成したことで請求項1の発明の作用に加え次のような作用が奏される。すなわち、同じ屈折率の基板であっても接合を屈折率の異なる接着剤で行った場合

にはこの接着剤と基板との間の屈折率の違いから反射の問題が生ずる。この場合にはいずれかの基板と接着剤層の間に第1又は第2の多層膜を形成させる。この位置に配置された多層膜は可視光線領域における屈折率の異なる基板同士の反射防止機能を併せ持つこととなる。一方、他方の多層膜はいずれかの基板の外表面に形成される。また請求項4の発明では請求項1の発明の構成に加え、前記基板は同じ屈折率の三枚以上が同基板とは異なる屈折率の接着剤によって接着された複数構造として構成されており、前記第1又は第2の多層膜を同一の基板と同接着剤層との間に形成するとともに、他方の多層膜を少なくとも両者間に一枚の基板を介在させた状態でいずれかの基板の表面に形成させ、同第1又は第2の多層膜を形成させない同一の基板と同接着剤層との間には反射防止膜を隣接する同反射防止膜又は同第1又は第2の多層膜との間に少なくとも一枚の基板を介在させた状態で形成するようにしたことをその要旨とする。請求項4の発明ではこのように構成したことで請求項1の発明の作用に加え次のような作用が奏される。すなわち、同じ屈折率の基板であっても接合を屈折率の異なる接着剤で行った場合にはこの接着剤と基板との間の屈折率の違いから反射の問題が生ずる。この場合には反射防止膜をいずれかの基板と接着剤層の間に形成されるが、そのうちの二枚の反射防止膜を第1又は第2の多層膜によって代替させる。また請求項5の発明では請求項2又は3の発明の構成に加え、最も外層に配置される前記複数枚の基板の外表面に前記第1の多層膜又は第2の多層膜のいずれかが形成されていない場合には、同外表面に反射防止膜を形成するようにしたことをその要旨とする。このように構成すると請求項5の発明では請求項2又は3の発明の作用に加え、第1の多層膜又は第2の多層膜が最外層の基板の外表面に形成されていないとその最外層の基板自体の反射の防止効果が期待できない。そのため反射防止膜を最外層の基板の外表面に形成する。

【0007】

【発明の効果】請求項1～4の発明では、基板の一面に可視光線領域で高透過特性を示すとともに前記長波長領域でならかに減衰する透過特性を示す第1の多層膜を形成し、基板の他の一面に前記可視光線領域で高透過特性を示すとともに前記近赤外線領域で低透過特性を示す第2の多層膜を形成するようにし、第1の多層膜と第2の多層膜のそれぞれの特性を総合した特性によって可視光線領域～近赤外線領域にかけての領域全域の特性をカバーするようにした。そのため、薄膜の設計に無理がなく、安定して可視光線領域から近赤外線にかけての領域のならかに減衰する透過特性が得られることとなり、製造時の加工ばらつきが少なくなる。また、請求項2の発明では上記効果に加え、屈折率の異なる少なくとも一枚の基板を含む複数の基板を接合した近赤外線カットフ

ィルタにおいて屈折率の異なる基板同士の間に第1又は第2のいずれか一方の多層膜を形成させる。少なくとも1枚の基板を挟んでいずれか他方の多層膜を形成させるようにした。そのため、第1の多層膜及び第2の多層膜は屈折率の異なる基板間の反射防止機能も併せ持つこととなり、屈折率の異なる基板同士の間に別個の反射防止層をわざわざ形成させる必要がなくなる。また、請求項3の発明では上記効果に加え、同じ屈折率の二枚の基板を同基板とは異なる屈折率の接着剤によって接着した三層構造の近赤外線カットフィルタにおいて基板と接着剤層の間に第1又は第2のいずれか一方の多層膜を形成させようにして、いずれか基板の外表面に第1又は第2のいずれか他方の多層膜を形成させようとした。そのため、第1の多層膜及び第2の多層膜は屈折率の異なる基板間の反射防止機能も併せ持つこととなり、屈折率の異なる基板同士の間に別個の反射防止層をわざわざ形成させる必要がなくなる。また、請求項4の発明では上記効果に加え、同じ屈折率の複数の基板を同基板とは異なる屈折率の接着剤によって接着した複数構造の近赤外線カットフィルタにおいて基板と接着剤層の間に第1又は第2のいずれか一方の多層膜を形成させ、いずれか他方の多層膜を少なくとも一枚の基板を介在させて形成するようにした。そしてその他の反射防止が必要な箇所には反射防止層を形成した。そのため、第1の多層膜及び第2の多層膜が反射防止層を兼ねるため反射防止層の形成工程を省略することができる。また、請求項5の発明では上記請求項2又は3の発明の効果に加え、第1の多層膜又は第2の多層膜が最外層の基板の外表面に形成されていないとその最外層の基板自体の反射の防止効果が期待できない。そのため反射防止膜を最外層の基板の外表面に形成することによって基板自体の反射を防止することができる。

【0008】

【発明の実施の形態】以下、本発明の具体的な実施の形態を図面に基づいて説明する。

(実施の形態1) 図1に示すように、本実施の形態1の近赤外線カットフィルタは基板Aの表裏にそれぞれ第1の多層膜としての多層膜①及び第2の多層膜としての多層膜②が形成されて構成されている。多層膜①は酸化アルミニウム膜（これは中間屈折材料とされる）、二酸化チタン膜（これは高屈折材料とされる）及び二酸化珪素膜（これは低屈折材料とされる）の透明誘電体薄膜から構成されている。酸化アルミニウム膜を第1層とし、その後二酸化チタン膜と二酸化珪素膜を交互に積層した1層膜構造とされている。多層膜②も同様に酸化アルミニウム膜、二酸化チタン膜及び二酸化珪素膜の透明誘電体薄膜から構成され、酸化アルミニウム膜を第1層とし、その後二酸化チタン膜と二酸化珪素膜を交互に積層した4層膜構造とされている。多層膜①及び多層膜②を構成する各層の膜厚は設計波長を入とした場合に0.

7
 $1 \times 1 / 4 \lambda \sim 3.0 \times 1 / 4 \lambda$ の範囲で希望の特性を満足するように最適化される。また、各層は真空蒸着法により定石に従って1層から順に蒸着形成される。このように構成される多層膜①及び多層膜②の近赤外線カットフィルタの透過率特性曲線を図2のグラフに示す。多層膜①は可視光線領域に重点をおいた設計とされ、400 nm付近から550 nm付近にかけては95%以上の透過率に設計され550 nm付近から750 nm付近にかけての長波長領域においてなだらかに減衰する透過特性を示すように設計されている。多層膜②は近赤外線領域に重点をおいた設計とされ、450 nm付近から650 nm付近にかけては95%以上の透過率に設計され650 nm付近から720 nm付近にかけて一気に透過率を落とし720 nm付近から1050 nm付近にかけては0%に近い透過率に設計されている。このような2つの総合特性を示す透過率特性曲線（縦軸を透過率と、横軸を波長としている。以下のグラフも同様）のグラフを図3に示す。この特性曲線は多層膜①及び多層膜②の特性の積によって表される。図3の透過率特性曲線について製造上発生する各層の膜厚誤差を2%と仮定した場合の誤差シミュレーション結果を図4のグラフに示す。このようにランダムな膜厚変動に対しても高透過帯から阻止帯（不透過帯）へ遷移する領域において滑らかに変化する透過率特性を維持しており、生産ばらつきを考慮した場合にも安定した特性が得られることがわかった。

【0009】（実施の形態2）実施の形態2の近赤外線カットフィルタは実施の形態1の近赤外線カットフィルタの多層膜①を多層膜③とし、多層膜②を多層膜④と置き換えたものである。多層膜③は多層膜①同様酸化アルミニウム、二酸化チタン、二酸化珪素の透明誘電体薄膜で、その層構造も同じであるが多層膜①が11層膜構造であるところ25層膜構造とされている。多層膜④は多層膜②の同様酸化アルミニウム、二酸化チタン、二酸化珪素の透明誘電体薄膜で、その層構造も同じであるが多層膜②が41層膜構造であるところ43層膜構造とされている。このように構成される多層膜③及び多層膜④の近赤外線カットフィルタの透過率特性曲線を図5のグラフに示す。多層膜③は可視光線領域及び近赤外線領域の前半（700 nm付近から850 nm付近）に重点をおいた設計とされ、450 nm付近から550 nm付近にかけては95%以上の透過率に設計され550 nm付近から720 nm付近にかけての長波長領域においてなだらかに減衰する透過特性を示すように設計され、更に720 nm付近から850 nm付近にかけては0%に近い透過率に設計されている。多層膜④は近赤外線領域の後半（850 nm付近から1100 nm付近）に重点をおいた設計とされ、この領域で0%に近い透過率に設計されている。このような2つの総合特性を示す透過率特性曲線のグラフを図6に示す。この特性曲線は多層膜③及び多層膜④の特性の積によって表される。実施の形態2で

10

20

30

40

50

も実施の形態1より若干劣るものの実施の形態1と同様に安定した特性が得られる。更に表裏の層数がほぼ拮抗しているため厚みの薄い基板に対して有効である。このように基板表裏に積層する多層膜の层数（膜厚）を近づけることによって膜応力を相殺し、基板変形を緩和することが可能である。

【0010】（実施の形態3）図7に示すように、本実施の形態3の近赤外線カットフィルタは屈折率の異なる2つの基板A、Bが接着材にて接合され、基板Aの表面（図上左方）に多層膜⑤が形成され、基板Bの裏面（図上右方）に第2の多層膜としての多層膜⑥が形成され、接着材層と基板B（の表面）との間に第1の多層膜としての多層膜⑦が形成されて構成されている。基板Aは水晶から構成された透明基板とされ、基板Bは基板Aに対して1.5倍程度の屈折率を有する高屈折率透明基板とされる。基板Aの裏面側と多層膜⑥の最外層は基板Aと同等の屈折率を有する接着剤（層）で接着されている。実施の形態3における多層膜⑤は酸化アルミニウム、フッ化マグネシウム、酸化シリコニアの透明誘電体薄膜で構成されている。酸化アルミニウム膜を第1層とし、その後酸化シリコニアとフッ化マグネシウムを交互に積層した5層膜構造とされている。多層膜⑥は多層膜①同様酸化アルミニウム、二酸化チタン、二酸化珪素の透明誘電体薄膜で、その層構造も同じであるが多層膜①が11層膜構造であるところ13層膜構造とされている。多層膜⑦は多層膜②の同様酸化アルミニウム、二酸化チタン、二酸化珪素の透明誘電体薄膜で、その層構造も同じであるが多層膜②が41層膜構造であるところ43層膜構造とされている。多層膜⑤、⑥及び⑦を構成する各層の膜厚は設計波長を入とした場合に $0.1 \times 1 / 4 \lambda \sim 3.0 \times 1 / 4 \lambda$ の範囲で希望の特性を満足するように最適化される。また、各層は真空蒸着法により定石に従って1層から順に蒸着形成される。このように構成される多層膜⑤、⑥及び⑦の近赤外線カットフィルタの透過率特性曲線を図8のグラフに示す。多層膜⑤は可視光線領域に重点をおいた設計とされ、400 nm付近から550 nm付近にかけては95%以上の透過率に設計され550 nm付近から750 nm付近にかけての長波長領域においてなだらかに減衰する透過特性を示すように設計されている。多層膜⑥は近赤外線領域に重点をおいた設計とされ、450 nm付近から650 nm付近にかけては95%以上の透過率に設計され650 nm付近から720 nm付近にかけて一気に透過率を落とし720 nm付近から1050 nm付近にかけては0%に近い透過率に設計されている。多層膜⑦は可視光線領域から近赤外線領域のほぼ全域（350 nmから1200 nm）に渡ってほぼ90%以上の透過率特性を示し、特に必要な反射防止領域である可視光線領域（400 nmから700 nm）ではほぼ100%の透過率特性を示す。多層膜⑤は基板Aの反射防止機能を担保する層である。このよ

うな多層膜⑥及び⑦の2つの総合特性を示す透過率特性曲線のグラフを図9に示す。この特性曲線は多層膜③及び多層膜④の特性の積によって表される。

【0011】ここに、このように2種の異なる屈折率を有する基板を使用するのは次のような理由による。近赤外線カットフィルタにローパス機能を持たせたいわゆる複合フィルタが開発されている。ローパス機能はモアレ縞の発生の抑制を目的としたもので、具体的にはローパスフィルタとして複屈折を有する水晶基板が使用されてきた。この場合には近赤外線カットフィルタの基板とローパスフィルタとして水晶基板との材質が同じであるため特に問題はない（但し、接着剤層の屈折率も水晶基板と同等であること）。ところが、このような構成では全体の厚さが増し、近年の撮像機器の小型化の要請に応えることが困難になってきた。そのため、水晶と同等のローパス機能を有し、より薄い材質のローパスフィルタが使用されるようになってきた。しかし、これら新たなローパスフィルタ材料は水晶とは異なる屈折率であるため新たに基板間の反射の問題が生じることとなっていた。そのために本実施の形態3ではこの異なる屈折率を原因とする反射を防止するための反射防止膜として多層膜④を使用する。多層膜④は上記のように可視光線領域で高透過特性を示すとともに前記長波長領域でなだらかに減衰する透過特性を示すような設計をした層であるが可視光線領域で高透過特性を示しているため、そのまま反射防止膜として機能させることが可能である。そのため異なる屈折率の基板A、B同士を接着する場合に、接着剤と基板の屈折率差の大きな面に多層膜④を適用することにより反射防止効果を併せて持たせることができるとなる。また、実施の形態3でも実施の形態1と同様安定した特性が得られる。

【0012】なお、この発明は、次のように変更して具体化することも可能である。

- ・上記各実施の形態では接着剤との境界面側に視感度・色調調整機能を有する多層膜を適用したが、適用面を逆にし、接着面側に近赤外線カット機能を有する多層膜を適用することも可能である。

- ・上記各実施の形態では膜材料として酸化アルミニウム、二酸化チタン、二酸化珪素、フッ化マグネシウム、酸化ジルコニウムを用いているが、これらの材料に限定されることはなく、光学特性の最適化や膜応力調整の目的で他の膜材料を用いることも可能である。

- ・透過率特性に関しては上記各実施の形態の図の例に限定されるものではなく、例えば図10のように可視域での透過率特性を変化させたい場合には、第1の実施の形態において多層膜①の特性のみを変化させることで対応することが可能である。

- ・上記各実施の形態に使用した接着剤は基板Aと同等の屈折率を有するものを使用した。しかし、異なる屈折率の接着剤を使用した近赤外線カットフィルタに応用する

ことも可能である。

- ・図11のように同じ屈折率の二枚の基板Bをこれらとは異なる屈折率の接着剤によって接着された三層構造の近赤外線カットフィルタにおいて、図上右方の基板Bと接着剤の間に第1の多層膜としての多層膜⑥が形成されている。そして図上右方の基板Bの外表面に第2の多層膜としての多層膜⑦を、図上左方の基板Bの外表面に各多層膜⑧が形成されている。この実施の形態は実施の形態3における基板Aを基板Bに変更したものである。この場合には多層膜⑥は基板Bと接着剤層との間で生じる反射を防止する反射防止膜となる。このように構成しても上記各実施の形態と同様に安定した特性が得られる。

- ・図12のように同じ屈折率の複数の（ここでは四枚）の基板Bをこれらとは異なる屈折率の接着剤によって接着された複層構造の近赤外線カットフィルタにおいて、図上左から二番目の基板Bの左右にそれぞれ接着剤層に挟まれるように第1の多層膜としての多層膜⑥と第2の多層膜としての多層膜⑦が形成されている。そして反射防止が必要な箇所に反射防止膜としての多層膜⑨及び多層膜⑩が形成されている。多層膜⑨及び多層膜⑩は同様の機能を有するが多層膜⑩は基板Bと接着剤層の間に形成されているため多層膜⑩とは若干特性が異なる。このように構成しても上記各実施の形態と同様に安定した特性が得られる。ここで、各多層膜⑥、⑦、⑨及び⑩の配置位置を相互に入れ替えることも可能である。

- ・上記実施の形態3においてさらに複数の基板を接合することも可能である。

- ・上記実施の形態3において各多層膜⑥、⑨及び⑩の配置位置を相互に入れ替えることも可能である。

- ・図12に示す実施の形態において基板Bの枚数は適宜変更可能である。

その他本発明の趣旨を逸脱しない態様で実施することは自由である。

【0013】

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の形態1の近赤外線カットフィルタの概念図。

【図2】 同実施の形態1における多層膜①と多層膜②の透過率特性曲線グラフ。

【図3】 同実施の形態1における多層膜①と多層膜②の総合特性を示す透過率特性曲線グラフ。

【図4】 図3において膜厚誤差を2%と仮定した場合の誤差シミュレーション結果としての透過率特性曲線グラフ。

【図5】 本発明の実施の形態2における多層膜③と多層膜④の透過率特性曲線グラフ。

【図6】 同実施の形態2における多層膜③と多層膜④の総合特性を示す透過率特性曲線グラフ。

【図7】 本発明の実施の形態3の近赤外線カットフィルタの概念図。

11

【図8】 同実施の形態3における多層膜⑥と多層膜⑦の透過率特性曲線グラフ。

【図9】 同実施の形態3における多層膜⑥と多層膜⑦の総合特性を示す透過率特性曲線グラフ。

【図10】 他の実施の形態における総合特性を示す透過率特性曲線グラフ。

*

12

* 【図11】 本発明の他の実施の形態の近赤外線カットフィルタの概念図。

【図12】 本発明の他の実施の形態の近赤外線カットフィルタの概念図。

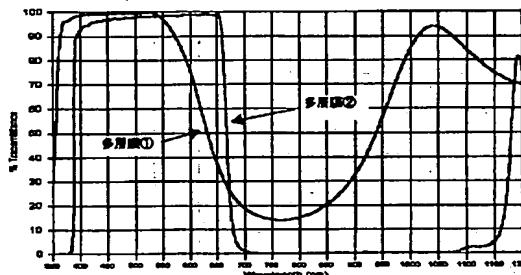
【符号の説明】

①～⑩…多層膜。

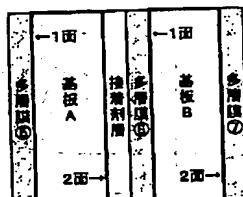
【図1】



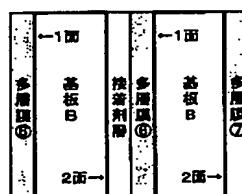
【図2】



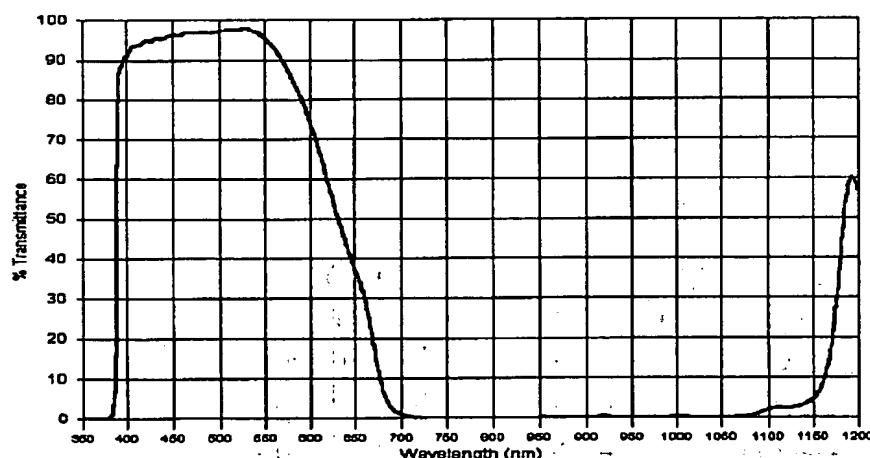
【図7】



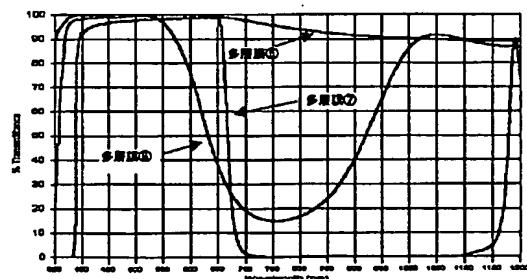
【図11】



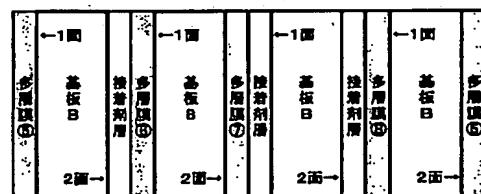
【図3】



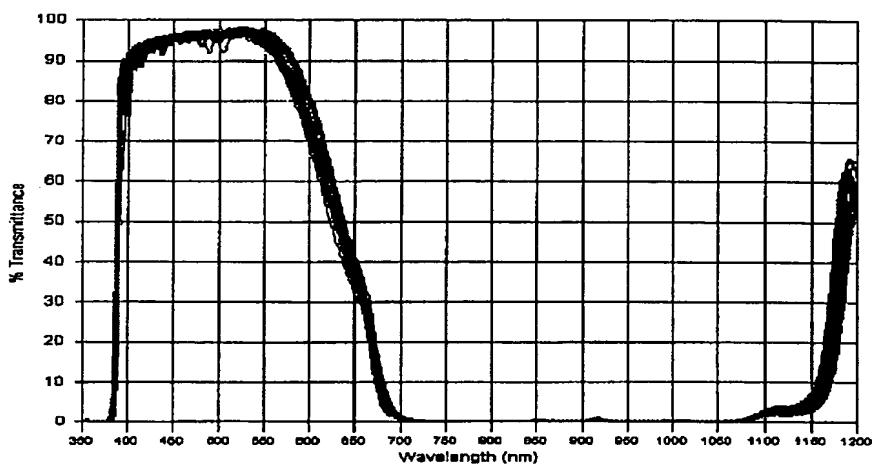
【図8】



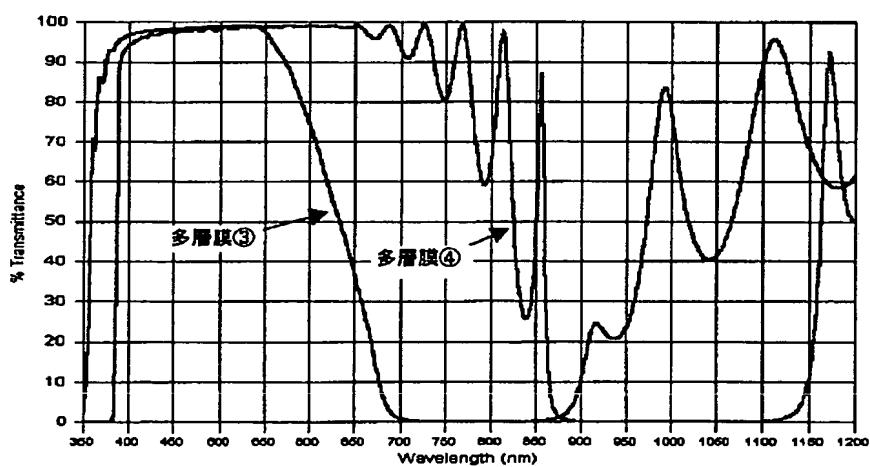
【図12】



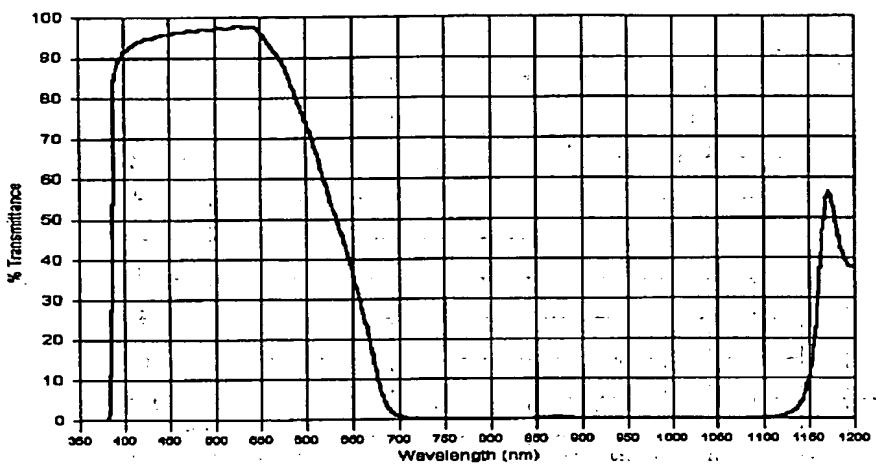
【図4】



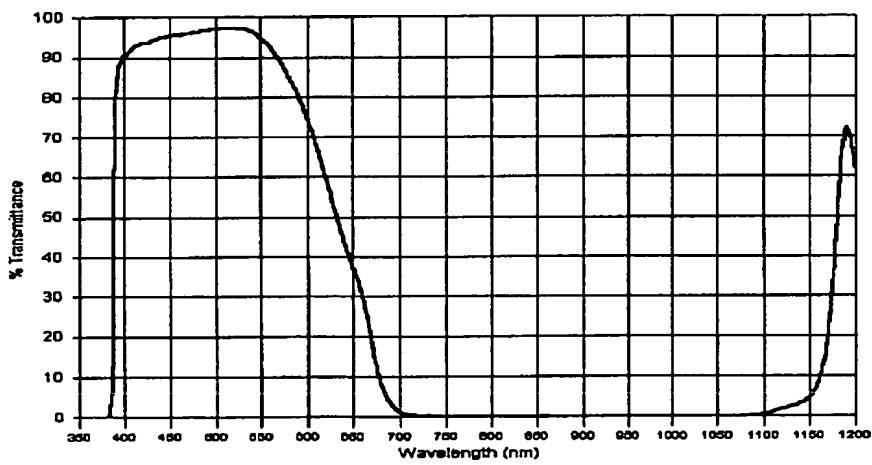
【図5】



【図6】



【図9】



【図10】

